Zum Gesang und zur Farbausprägung der Sumpfschrecke *Stethophyma grossum* L. (1758) (Saltatoria, Acrididae)

Urs Rainer Lüders

Abstract

By stocktaking of *Stethophyma grossum* in the westpart of the Bodensee-area within the framework of a thesis for a diploma in 1997, the opportunity turned out to observe their behavior and colour-variations - in particular in correlation with their songs. Colour-variations only occured by the females. A great variety of single-tick-orders and songorders by males could be observed. It was also observed, that they produce their songs with that leg which is turned away from the sun. Different possible explanations are discussed in the context of the colour-variations and the song-structures but in the moment is impossible to give a final explanation. In August of 1999 was a further observation of *Stethophyma grossum* - of their songs only- in the same part of the Bodensse-area.

Zusammenfassung

Die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) war Gegenstand einer Diplomarbeit, zu der im Jahr 1997 im westlichen Bodenseegebiet populationsbiologische Studien durchgeführt wurden. Im Zuge dessen wurden genauere Untersuchungen zu Gesängen und der Färbung dieser Art durchgeführt. Bei einer Folgekartierung im August 1999 wurden einige Fragestellungen zur Gesangsstruktur ergänzend und vertiefend untersucht. Bei diesen Untersuchungen konnte eine hohe Vielfalt an Gesangsfolgen mit einer verschiedenen Anzahl an Einzeltönen ermittelt werden. Die Folgen setzen sich aus einem Einzelton bis zu 16 aufeinanderfolgenden Einzeltönen zusammen. Am häufigsten wurde die 6er-Folge erfaßt. Ob eine tageszeitlich und/oder witterungsbedingte Dominanz bestimmter Folgen und Gesangsreihen vorliegt, ist nur bedingt erkennbar. Eine eindeutige Korrelation ließ sich im Rahmen dieser Arbeiten nicht abschließend belegen. Genauso könnten individuenspezifische Gesänge als Ursache vermutet werden. Darüber hinaus wurde die Verwendung des Beines, mit dem diese Art striduliert, eingehender untersucht. So ist beobachtet worden, daß die Männchen zu 92 % (1997) bzw. 65% (1999) mit dem der Sonne abgewandten Bein stridulieren.
In Bezug auf farbvariable Tiere von *Stethophyma grossum* wurde festgestellt, daß diese ausschließlich bei den Weibchen auftreten. Es lassen sich drei Farbvariationen unterscheiden, die zeichnerisch dargestellt worden sind. Ferner konnte eine Häufung bestimmter Farbaberrationen in einzelnen Gebieten beobachtet werden. Eine Erklärung für die gebietsspezifische Dominanz eines Farbtyps und deren Ursache für eine Farbvariabilität wurde diskutiert.

Einleitung

Von Mitte August bis Anfang Oktober 1997 wurden im westlichem Bodenseeraum Beobachtungen an Populationen von *Stethophyma grossum* durchgeführt. Ziel dieser Aktivitäten war es, einen Beitrag zum Artenschutz dieser gefährdeten Heuschreckenart im Rahmen eines life-Projektes mit der Themenstellung *"Förderung bedrohter Tier- und Pflanzenarten im westlichen Bodenseegebiet"* zu liefern. Dieses Projekt wird vom Institut für Landschaftsökologie und Naturschutz (ILN) Singen betreut. Im Zuge dieser Arbeit ergab sich die Gelegenheit, Gesangsstrukturen der Männchen zu erfassen und Farbvariationen der Tiere zu beobachten.

Bei der Bearbeitung des Themas standen folgende Fragen im Vordergrund:

Aus wieviel Einzeltönen bestehen die Gesangsfolgen (Summe der aufeinanderfolgenden Einzeltöne bei klar erkennbaren Anfang und Ende = Folge) der Männchen?

Gibt es eine deutliche Häufung einzelner Gesangsfolgen?

Verbirgt sich hinter der Gesangsstruktur eine Konstanz bzw. läßt sich eine Korrelation mit abiotischen Faktoren erkennen?

Gibt es Präferenzen für ein Bein bei der Gesangserzeugung?

Welche Erscheinungsformen einer Farbvariabilität kommen in diesem Raum vor?

Bei einer Folgekartierung im August 1999 wurde erneut der Gesang dieser Art beobachtet, insbesondere in Hinblick auf die Fragestellungen 1, 2 und 4. Die Farbvariationen blieben unberücksichtigt. Die Ergebnisse beider Studien werden nachfolgend vorgestellt und diskutiert.

Material und Methode

Untersuchungsraum

Der Untersuchungsraum umfaßt das westliche Bodenseegebiet und erstreckt sich von Singen im Westen bis nach Konstanz im Osten mit einer Größe von ca. 250 km² (Krismann & Oppermann 1997). Im Norden und Nordosten wird das Gebiet durch die Uferlinie des Überlingersees begrenzt, südliche Abgrenzung ist das Ufer des Untersees incl. des Rheinufers bis zur Schweizer Grenze. Die westliche Gebietsgrenze verläuft von der Espasinger Niederung im Norden durch das Stahringer Durchbruchtal Richtung Arlen-Rielasingen bis zur Schweizer Grenze. Das Untersuchungsgebiet umfaßt somit weitestgehend einen geschlossenen Naturraum, nämlich die moorreiche Landschaft des Bodanrück und der Höri (ILN 1996). Hierbei handelt es sich um den gesamten Untersuchungsraum im Rahmen des life-Projektes. Die Untersuchungen von *Stethophyma grossum* im Rahmen der vorliegenden Arbeit erfolgten jedoch nur in ausgewählten Flächen.

Erfassung der Gesänge und Farbvariationen von *Stethophyma grossum*

Bei den Freilanduntersuchungen erfolgte eine intensive Erforschung der Gesänge von *Stethophyma grossum*. So wurden die Einzeltöne bzw. Schienenschleuderzicks (im folgenden auch als "Tick" bezeichnet) gezählt. Dabei wurden die die Einzeltöne der Männchen nicht nur akustisch wahrgenommen, sondern es erfolgte eine visuelle Erfassung des Wegschleuderns der Hinterschienen. Die Zählungen erfolgten zu unterschiedlichen Tageszeiten. Ein einzelner von den Tieren abgegebener Tick wird in der Ergebnisdarstellung nicht berücksichtigt.
Die Farbvariabilität von *S. grossum* war Gegenstand weiterer Untersuchungen. Die beobachteten Tiere wurden klassifiziert und mittels einer Heuschreckenskizze zeichnerisch dargestellt. Die Farbabweichung bezieht sich auf den Kopf- und Thoraxbereich sowie auf die Hinterbeine, insbesondere auf die Unterseite des Femurs. Die Skizzierung der Farbvariationen erfolgte selektiv.

Ergebnisse

Gesänge

Gesangsfolgen

Die Anzahl der von *Stethophyma grossum* erzeugten Einzeltöne innerhalb einer Gesangsfolge sind keinesfalls konstant, sondern sehr variabel. Sie bewegten sich bei der Beobachtung im Jahr 1997 von einem Einzelton bis zu 16 Einzeltönen. An 14 Geländetagen wurden 389 einzelne Folgen erfaßt, wobei die 6er-Folge am häufigsten vertreten war (72x), gefolgt von den Folgen bestehend aus 7, 8 und 5 Einzeltönen (Abb. 1). Nach diesen vier Folgen ist eine relativ deutliche Abnahme erkennbar. Die 4er- und 9er-Folge wiesen nur Gesamtwerte von 33 bzw. 32 Folgen auf. Dies stellt gegenüber der 6er-Folge eine Reduzierung um 54,16 % (55,56 %) dar, und gegenüber der 5er-Folge immerhin noch von 41,07 % (42,86 %). Am geringsten vertreten waren die Folgen, die aus 14 und 16 Einzeltönen bestanden. Eine 15er-Folge wurde nicht gezählt.

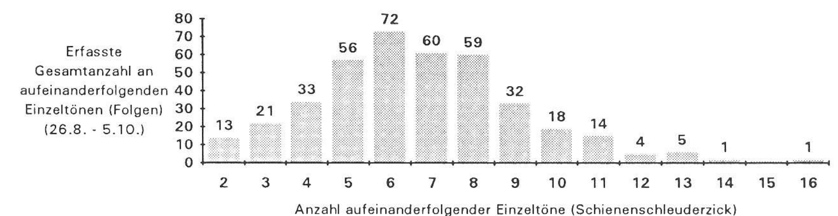


Abb. 1: Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Einzeltonfolgen (n = 389) von *Stethophyma grossum* aus dem Untersuchungszeitraum Aug. - Okt. 1997 im westlichen Bodenseegebiet.

1999 sind an 12 Tagen 492 Folgen erfaßt worden. Es dominierten die 6er- und 7er-Folgen (je 80 Folgen). Bereits mit größerem Abstand wurde die 5er-Folge

gezählt (59x), welches bereits einer Abnahme von 26,25% entspricht. Im Anschluß daran folgt die 4er-, 8er- und 9er- sowie die 3er- und 2er-Folge, mit Werten von 48 bis 35 Einzeltönen (Abb. 2). Die Reduzierung hierfür beträgt 40% (4er- gegenüber der 6er-/7er-Folge) sowie 56,25% (2er- Folge zu der 6er-/7er-Folge). Am geringsten vertreten waren auch bei dieser Zählung die Folgen, die aus 14 und 16 Einzeltönen bestanden, zudem noch die 13er-Folge. Im Unterschied zur ersten Untersuchung ist die 15er-Folge zwei Mal erfaßt worden.

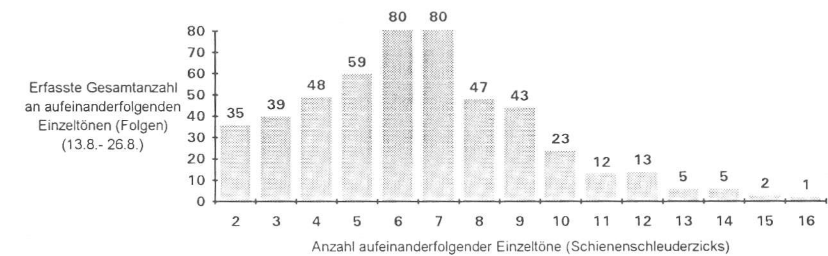


Abb. 2: Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Einzeltonfolgen (n = 492) von *Stethophyma grossum* aus dem Untersuchungszeitraum Aug. 1999 im westlichen Bodenseegebiet.

Rechnet man die Ergebnisse beider Untersuchungen zusammen, so ergeben sich die in der Abbildung 3 dargestellten Werte. Es zeigt sich die deutlich ausgebildete Spitze der 6er- und 7er-Folgen, mit dem Maximumwert der 6er-Folge. Die Tabelle 1 zeigt die prozentualen Reduzierungen ausgewählter Einzeltonfolgen, die sich gegenüber der 6er-Folge ergeben. Diese Folge allein hält einen Anteil von insgesamt 17,25% aller Folgen der beiden Untersuchungen.

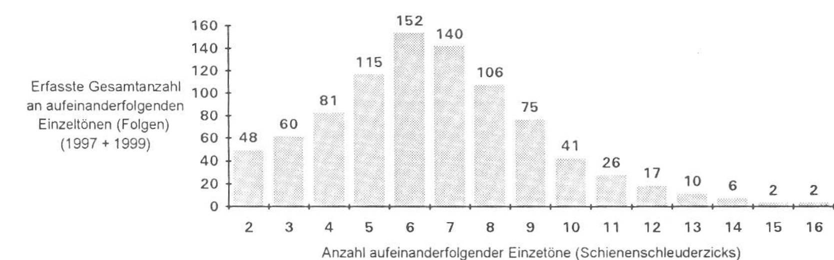


Abb. 3 Darstellung der Häufigkeitsverteilung der Einzeltonfolgen von *Stethophyma grossum* der Untersuchungen 1997 und 1999 im westlichen Bodenseegebiet (Gesamtdarstellung) (n = 881).

Tab. 1: Prozentuale Reduzierung der dargestellten Einzeltonfolgen gegenüber der 6er-Folge (152 Ticks = 100%) aus den Untersuchungsjahren 1997/1999.

Einzeltonfolgen	2	3	4	5	7	8	9
Differenz zur 6er-Folge in %	68,42	60,52	46,71	24,34	7,89	30,26	50,65

Im Anschluß an die 9er-Folge ist eine weitere kontinuierliche Abnahme der Werte der Einzeltonfolgen erkennbar.

Tagesgang

Für einen morgendlichen Aktivitätsbeginn in Bezug auf die Gesangstätigkeit von *Stethophyma grossum* muß die Temperatur erst auf ca. 20°C angestiegen sein. Bei Tagesgangbeobachtungen konnten zwar auch bereits bei 17°C (18.08.97, 7.55) Gesänge registriert werden, aber erst als die Sonne den Frühnebel durchbrach und die Temperatur auf 21°C (9.00) stieg, wurden die Tiere zunehmend aktiv. Am 25.09.97 war dies erst um 9.55 Uhr der Fall. Um 9.25 Uhr bei 20°C stridulierten nur vereinzelte Männchen.

Weiterhin wurde ein Zusammenhang beginnender Beschattung und Gesang beobachtet. Auf einer Untersuchungsfläche wurde am 31.08.97 (17.30 - 18.00) ein Bereich durch einen Waldsaum beschattet, was dort die Gesangseinstellung zur Folge hatte, trotz 29°C. Auf noch besonnten Flächenabschnitten erfolgte dieses Verhalten nicht. Am 5.10. wurde auf dieser Fläche bewußt auf dieses Verhalten geachtet (16.25 - 17.00). Erneut konnte die gleiche Reaktion festgestellt werden. Die Männchen beendeten den Gesang, nachdem die von ihnen besetzten Wiesenflächen beschattet wurden, und das bei unveränderten Temperaturen. Ein Abwandern in besonnte Bereiche konnte nicht festgestellt werden. Auf einer weiteren Untersuchungsfläche ohne beschattenden Waldsaum sangen die Männchen bei mehreren Begehungen auch noch nach 18.00 Uhr. 1999 wurde ebenfalls auf einer Wiese ohne beschattende Strukturen bei 28°C eine lebhafte Gesangsaktivität bis 18.25 Uhr erfaßt (Beendigung der Zählung). Zu diesem Zeitpunkt war noch keine Aktivitätsreduzierung bzgl. des Gesanges gegenüber dem Beginn der Zählung (17.45) feststellbar.

S. grossum reagiert auch auf einsetzenden Niederschlag mit Gesangseinstellung. An einem bewölkten Tag mit gelegentlichem Sonnenschein (02.09.97, 28°C) stridulierten die Männchen trotz der Bewölkung. Als allerdings bei Kartierungen um 12.05 Uhr leichter Regen von ca. 5 minütiger Dauer einsetzte, brachen sie ihren Gesang sofort ab. Kurz nachdem der Regen aufhörte, begannen sie wieder zu zirpen. Ähnliche Beobachtungen konnten an diesem von Schauerwetter gekennzeichneten Tag mehrfach gemacht werden. Darüber hinaus wurde an weiteren Tagen festgestellt, daß nur eine Bewölkung beim Erreichen entsprechender Temperaturen nicht zu einer Gesangseinstellung führt, die Gesangsaktivität jedoch vermindert sein kann. Dies ist auch bei den Untersuchungen im Jahr 1999 beobachtet worden.

Die Witterungsbedingungen während der Kartierung im August 99 waren oftmals von wechselhaften Bedingungen (abwechselnd bewölkt, z.T. windig) geprägt, an

den Untersuchungstagen allerdings mit Temperaturen über 20°C. An Tagen mit stärkerer Bewölkung und gelegentlichem Sonnenschein konnte mehrfach beobachtet werden, wie die Gesangsaktivität in dem Moment anstieg, in dem die Sonne hinter den Wolken hervorkam. Der 18.08.99 war ein abwechselnd bewölkt Tag mit Temperaturen um 25°C, die in der Sonne bis auf 30°C steigen. In dem Moment, in dem die Sonne hinter den Wolken hervorkam, war eine sprunghafte Gesangssteigerung bemerkbar.

Im Zuge der Tagesgangbeobachtung während der Diplomarbeit 1997 sind außerdem noch Einzeltonfolgen zu verschiedenen Tageszeiten bei vergleichbarer Witterung beobachtet worden. Die frühe Aufnahme (9.15 - 9.50) besitzt ihren Höhepunkt bei den 5er-, 6er- und 7er-Folgen, die späte Aufnahme bei den 6er-, 7er- und 8er-Folgen (Abb. 4). Bei der 13.00 Uhr-Aufnahme dominieren die 4er-, 5er- und 6er-Folgen, zudem noch die 8er-Folge. Bei der Aufnahme vom 23.09. gegen 11.00 Uhr ist eine Gleichmäßigkeit ohne deutliche Dominanz bestimmter Folgen ersichtlich. Deutlich jedoch ist, daß bei der 9.00 Uhr-Aufnahme keine höhere als die 8er-Folge registriert wurde.

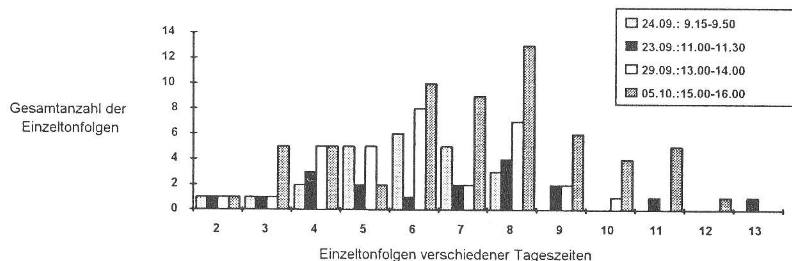


Abb. 4: Einzeltonfolgen zu verschiedenen Tageszeiten, bei vergleichbaren Witterungsbedingungen (1997).

Bei einer morgendlichen Zählung (9.30 - 9.55) im August 1999 konnten im Unterschied zu 1997 auch Folgen > 8 erfaßt werden, nämlich 9er-, 10er-, 11er- und 12er-Folgen. Außerdem ist bei dieser Zählung die einzige Folge mit 16 Einzeltönen festgestellt worden.

Gesangsreihen einzelner Männchen

Die Erfassung der Gesangsreihen einzelner Männchen (n = 22) lieferten die in Tabelle 2 wiedergegebenen Ergebnisse.

Tab. 2: Gesangsreihen einzelner Männchen der Beobachtungen von 1997/99.

Erfaßtes Männchen und Erfassungstag	Gesangsreihe
Erfassung am 26.09.1997	
1. Männchen	... 7, 8, 2...
Erfassung am 29.09.1997	
2. -"-	... 8, 2, 6, 9, 7, 4, 6, 3, 6, 5...
3. -"-	... 8, 6, 10, 8, 6, 6...
4. -"-	... 7, 5, 4, 5, 4, 4, 4, 5...
5. -"-	... 6, 5, 3, 5, 6, 6, 7, 6, 5, 5, 4...
6. -"-	... 11, 10, 10, 11...
7. -"-	... 6, 8, 2, 7, 10, 8, 5, 7, 7...
Erfassung am 30.09.1997	
8. -"-	... 7, 5, 5, 2, 6, 5, 5...
9. -"-	... 5, 5, 5...
10. -"-	... 8, 5, 6, 6, 4, 6...
11. -"-	... 8, 7, 8, 9, 9, 9, 7, 7, 8...
Erfassung am 05.10.1997	
12. -"-	... 10, 11, 6, 8, 7, 6, 7...
13. -"-	... 6, 8, 9, 8, 7, 10, 10, 9, 11...
14. -"-	... 6, 8, 11, 7, 11, 7, 1, 3, 1...
Erfassung am 13.08.1999	
15. -"-	... 11, 11, 8, 7...
Erfassung am 18.08.1999	
16. -"-	... 5, 5, 6, 6, 5, 3, 7, 5, 5, 6...
17. -"-	... 8, 5, 7, 6, 6...
Erfassung am 19.08.1999	
18. -"-	... 5, 5, 7, 6...
Erfassung am 20.08.1999	
19. -"-	... 6, 8, 10...
Erfassung am 21.08.1999	
20. -"-	... 6, 6, 8, 7, 7, 6, 7...
Erfassung am 22.08.1999	
21. -"-	... 8, 7, 5, 6, 9, 6, 4, 7, 7...
22. -"-	... 9, 7, 8, 2, 8, 8, 9, 4, 6...

Zusammenhang Sonneneinstrahlung und Beinnutzung

Aus dem Jahr 1997 liegen von 54 Männchen Beobachtungen dazu vor, ob das der Sonne zu- oder abgewandte Bein zur Gesangserzeugung benutzt wird. Zu 92 % (50x) stridulierten die Männchen mit dem der Sonne abgewandten, zu 8 % (4x) mit dem ihr zugewandten Bein. In 10 von 50 beobachteten Fällen änderten die Männchen sogar ihre Position und das z.T. mehrmals je Erfassung. Bei einem Männchen wurde eine viermalige Positionsänderung registriert, bei der sich je-

weils die Seite der Sonneneinstrahlung änderte. In allen Fällen stridulierte es mit dem der Sonne abgewandten Bein.
Im Jahr 1999 konnten bei der Untersuchung 20 Männchen in Bezug auf diesen Zusammenhang berücksichtigt werden. Durch die Beobachtung längerer Gesangsreihen unter Beachtung der Verwendung des sonnenzu- oder -abgewandten Beines wurde festgestellt, daß einige Männchen sowohl mit dem der Sonne abgewandten, als auch mit dem ihr zugewandten Bein stridulieren. Dieses Verhalten wurde bei 5 Männchen (25%) beobachtet (Tab. 3). 13 Männchen (65%) stridulierten ausschließlich mit dem der Sonne abgewandten, 3 Männchen mit der Sonne zugewandtem Bein, was 10% entspricht. Auch bei diesen Untersuchungen sind Männchen bei Positionswechseln beobachtet worden, und das sie trotz des Wechsels jeweils mit dem der Sonne abgewandten Bein stridulierten.

Tab. 3: Darstellung des genutzten Beines zur Gesangserzeugung von 5 Männchen in Bezug auf die Einstrahlungsseite der Sonne (1999).

Ticks Gesamt	sonnenabgewandt		sonnenzugewandt	
Beinseite	Links	Rechts	Links	Rechts
5	3	1	1	-
6	2	3	-	1
6	3	-	3	-
9	6	2	1	-
12	-	1	11	-

Farbvariationen von *Stethophyma grossum*

Bei den Untersuchungen wurde festgestellt, daß Farbvariationen ausschließlich bei den Weibchen auftreten. Während des gesamten Untersuchungszeitraumes wurde kein farbvariables Männchen gesehen. Obwohl die Farbvariationen kein Gegenstand der Untersuchungen des Jahres 1999 darstellten, ist auch in diesem Jahr bei den Freilandarbeiten zum Gesang kein farbvariables Männchen beobachtet worden.

Die Farbvarianten wurden folgenden Klassen zugeordnet:
1. Keine rötliche Farbausprägung am Kopf und Thorax, d.h. nur rote (gelbe) Hinterfemurunterseiten.
2. Mittlere Farbausprägung, d.h. wenig Rotanteile am Kopf und/oder Thorax oder ein relativ hoher Rotanteil, welcher allerdings nur sehr schwach ausgeprägt ist. Sämtliche grüne Bereiche am Kopf und Thorax sind hell-/olivgrün.
3. Starke Farbausprägung: Viel Rot am Körper und das Rot ist sehr kräftig und dunkel (z.T. (Dunkel-) Weinrot), und/oder die grünen Körperstellen sind nicht hell-/olivgrün sondern braun-grün.

Sonderfälle stellten grüne Tiere ohne jeglichen Rotanteil mit gelben Femurunterseiten der Hinterbeine dar, wie sie auch HARZ (1953 & 1957) beschrieb. Diese Variante wurde der 1. Klasse zugeordnet und ist nur 1997 zweimal beobachtet worden. Die Abbildung 5 verdeutlicht die Farbvarianten.

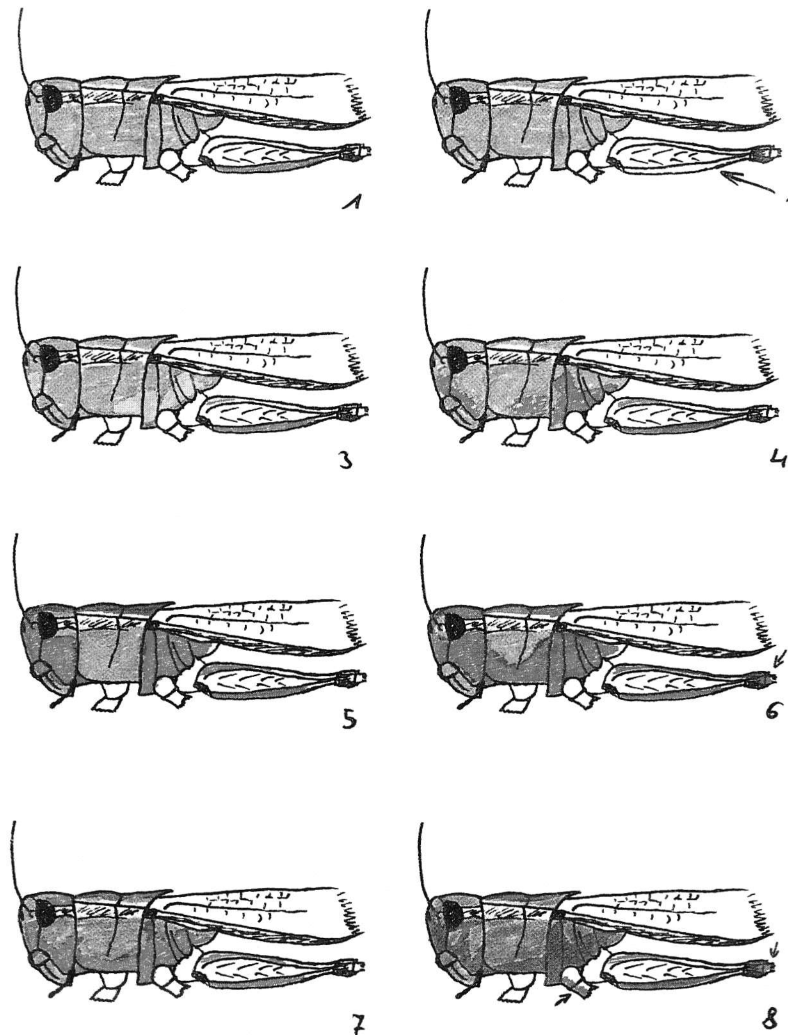


Abb. 5: Verschiedene ausgewählte Farbvariationen von *Stethophyma grossum*-Weibchen (1997) (1. Reihe = 1. Farbvariation, 2. Reihe = 2. Farbvariation, 3. + 4. Reihe = 3. Farbvariation).
Legende: 1. Ungefärbte Variante, 2. Dies. mit gelben Hinterschenkelunterseiten, 3. Wenig Rotanteil, dieser eher rosa, 4. Geringer Rotanteil, 5. Hoher Rotanteil, Kopfoberseite und zwischen den Seitenkielen dunkelrot, 6. Sehr hoher und dunkler Rotanteil, 7. Hoher Rotanteil, nicht so kräftig ausgeprägt wie bei 6., 8. Weniger Rotanteil als bei 5, dafür sehr dunkelrot. Grundfarbe: braun-grün. Extremitäten z.T. auch gefärbt.

Im Zuge einer Abundanzermittlung sind für eine prozentuale Verteilung insgesamt 36 Weibchen berücksichtigt. 20 Weibchen (55,5%) gehörten der 1., 10 Weibchen (27,8%) der 2. und 6 Weibchen (16,7%) der 3. Variante an.

Unabhängig von den Abundanzwerten sind auffallende Unterschiede einer vorherrschenden Farbvariation zwischen einzelnen Gebieten erkennbar. So wurden auf den Brühlwiesen überwiegend Weibchen ohne Farbaberrationen gesehen, 5 von 7 Weibchen gehörten der 1. Farbvariation an. Im Seeried wiesen die Weibchen bezüglich der Färbung eine größere Heterogenität auf. Von 11 kontrollierten Weibchen einer Begehung wiesen 10 eine Farbabweichung auf. Bei einer weiteren Begehung waren von 7 Weibchen 5 rötlich gezeichnet, 4 konnten der 2. und eines der 3. Variante zugeordnet werden. Im Fischerweihermoor gehörten 12 Weibchen der grünen Variante an. Bei weiteren 8 Tieren handelte es sich um farbvariable Exemplare, davon drei Weibchen mit leichten und 5 Weibchen mit starken Farbausprägungen.

Offensichtlich überwiegt bei den Weibchen die 1. Farbvariation ohne rötliche Zeichnungen. Jedoch gibt es gebietsspezifische Dominanzen einzelner Farbausprägungen.

Diskussion

Diskussion des Gesanges

In der Literatur wird die besondere Struktur des Gesanges von *Stethophyma grossum* hervorgehoben (JACOBS & RENNER 1988, BELLMANN 1993, WENDLER et al. 1994), jedoch fehlen bislang genauere Untersuchungen zum Ablauf der Gesänge.
Bei den Serien von Einzeltönen kann davon ausgegangen werden, daß es sich um gewöhnliche Gesänge von *S. grossum* handelt. Paarungslaute und Werbegesänge sind in der Regel nur durch einen oder wenige Ticks gekennzeichnet. Ein ausgeprägter Werbegesang fehlt dieser Art sogar vollkommen (FABER 1953, JACOBS 1953). Da die Männchen dieser Art auch kein ausgeprägtes Revierverhalten zeigen (1997, mündl. Mitt. SÖRENS), dienen die Folgen offensichtlich nicht der Revierabgrenzung. Verschiedene Beobachtungen im Rahmen dieser Untersuchungen von nah beieinander sitzenden und stridulierenden Männchen bestätigen dies. So saßen desöfteren Männchen jeweils wenige auseinander und sangen. Es handelte sich auch nicht um einen Wechselgesang, der eine Revierabgrenzung erahnen lassen könnte. Ferner wirkten sie recht teilnahmslos, wenn ein Männchen in unmittelbarer Nähe zu einem anderen stridulierte. Ein Abwehrlaut gegenüber Artgenossen bei Störungen ist wahrscheinlich auch nicht der Grund für die Variabilität der erzeugten Folgen. Zum einen stört es die Tiere - wie bereits erwähnt - nicht immer, wenn Artgenossen in ihrer Nähe sind, zum anderen wird ein Abwehrverhalten anders offenbart, z.B. durch Schenkelrütteln (FABER 1953, JACOBS 1953).
Da es sich bei der Folgenvarianz demnach um den Normalgesang von *Stethophyma grossum* handelt, stellt sich die Frage nach dem auslösenden Faktor für diese Variabilität. Liegt evtl. eine witterungs- oder tageszeitbedingte Korrelation

mit der Häufung von bestimmten Folgen vor, oder treffen eher individuenspezifische Gesangsstrukturen zu?
Die Gesänge werden hauptsächlich bei Witterungsbedingungen mit Temperaturen über 20°C erzeugt. Werden diese Temperaturen erreicht, können von *S. grossum* selbst bei Bewölkung Strophen erfaßt werden. Eine stärkere Bewölkung wirkt sich jedoch durch eine verringerte Gesangsaktivität aus. Bei Niederschlag stellen die Tiere ihre Gesänge ein.
Ein weiterer Zusammenhang besteht zwischen einer abendlichen Besonnung bzw. Beschattung und der Einstellung des Gesanges. So wurde auf einer Untersuchungsfläche zweimalig eindeutig eine Einstellung des Gesanges nach einer Beschattung durch einen Waldsaum beobachtet, während auf besonnten Flächen zur selben Zeit die Männchen noch stridulierten. Es kann angenommen werden, daß der Wechsel von einer Besonnung zur Beschattung einen direkten Reiz für die Einstellung des Gesanges darstellt, zumal die Lufttemperatur trotz der Beschattung über 20°C lag.
Ob die Folgen evtl. tageszeitabhängig sind, kann ebenfalls nicht eindeutig belegt werden. Außer bei einer morgendlichen Inaktivität, die auf die kühlen Nachttemperaturen und einem daraus resultierenden Starrezustand zurückzuführen ist, konnte keine deutliche Tageszeitabhängigkeit bestimmter Einzeltonfolgen festgestellt werden. Tendenziell könnte zwischen der Tageszeit und der Häufung bestimmter Folgen Zusammenhänge vermutet werden. Eine eindeutige Korrelation kann jedoch nicht belegt werden.
Bei den Aufnahmen von Gesangsreihen einzelner Männchen kann ebenfalls keine Konstanz erkannt werden, wie dies Tabelle 2 verdeutlicht. So erzeugten am 30.09.97 beispielsweise drei Männchen vorwiegend 5er- und 6er-Folgen, ein weiteres Männchen jedoch nur 7er-, 8er- und 9er-Folgen. Einen Tag vorher ist ein Männchen beobachtet worden, dessen Folgen nur aus 10 und 11 einzelne Ticks bestand. Kein weiteres beobachtetes Tier erzeugte an diesem Tag die 11er-Folge. Das bedeutet, daß bei den selben Witterungsverhältnissen und der selben Tageszeit im selben Gebiet die Reihen relativ heterogen ausgeprägt sein können. Da in diesem Fall die Umgebungsbedingungen für alle Tiere gleich sind, kann eine Korrelation mit diesen nahezu ausgeschlossen werden.
Die beobachteten gewöhnlichen Gesänge von *Stethophyma grossum* weisen eine hohe Variabilität an Folgen mit einer verschiedenen Anzahl an Einzeltönen auf. Deutlich erkennbar ist hingegen die Dominanz der 6er-Folge (Abb. 3). Bei beiden Untersuchungen sind keine Einzeltonfolgen bestehend aus über 16 einzelnen Ticks beobachtet worden, und dies je Untersuchung auch nur 1x. Die 16er-Folge scheint demnach eine obere Grenze darzustellen. Sind es physiologische Gründe, die eine höhere Folgendarbietung ausschließen? Ebenfalls sind die Gesangsreihen einzelner Männchen durch eine große Inhomogenität geprägt. In Bezug auf eine tageszeit- und/oder witterungsbedingten Dominanz bestimmter Folgen und Gesangsreihen läßt sich abschließend eine definitive Korrelation nicht sicher belegen. Insbesondere die Gesangsreihendarstellung schließt die alleinige Deutung einer Korrelation des Gesanges mit Witterungseinflüssen aus. Eindeutig hingegen, ist die Einstellung des Gesangs in sich beschattenden Bereichen und bei Niederschlag. Beide Faktoren können als ein direkter Reiz der Gesangseinstellung angesehen werden. Als eine weitere hypothetische Erklärung

könnten noch individuenspezifische Gesangsstrukturen angenommen werden. Das würde evtl. die Ursache der großen Bandbreite von erzeugten Folgen erklären und warum ein Männchen eine Gesangsreihe von 8, 2, 6, 9, 7, 4... Ticks erzeugt. Was allerdings die 2er-Folge oder die 9er-Folge bedeutet, wird damit nicht erklärt. Auch nicht, warum die 6er-Folge dominiert. Handelt es sich vielleicht um Kommunikationsstrukturen, die wir nicht interpretieren bzw. nicht wissenschaftlich-exakt erklären können? Eine abschließende Deutung für die hohe Bandbreite der Einzeltonfolgen und der unregelmäßigen Gesangsreihen von *S. grossum* steht z.Zt. noch aus.

Darüber hinaus wurde noch die Verwendung des Beines, mit dem *S. grossum* striduliert, eingehender untersucht. JACOBS (1953) schrieb, daß kein Grund zur Annahme der Bevorzugung eines bestimmten Beines bei der Lauterzeugung bestünde, allerdings aus unbekannten Gründen innerhalb bestimmter Zeitabschnitte eine Seite beim stridulieren gegenüber der anderen Seite ein Übergewicht hat. Durch vorliegende Beobachtungen wird hingegen eine Nutzung eines Beines in Abhängigkeit zur Einstrahlung der Sonne festgestellt. Die Beobachtung, daß diese Art zu 92% bzw. 65% mit dem der Sonne abgewendeten Bein striduliert, stellt ein Ergebnis dar, das diese Postulierung stützt. Vor allem die Feststellung, daß Männchen bei Positionswechseln mit einer sich daraus ergebenden Veränderung der Sonneneinstrahlung auch das zur Stridulation genutzte Bein wechseln, läßt die Vermutung eines Einflusses der Sonne zu. Bei der Untersuchung im Jahr 1999 wurde durch die Beobachtung längerer Gesangsreihen in Bezug auf dieses Verhalten allerdings deutlich, daß es nicht stringend gezeigt wird, sondern einzelne Männchen sowohl mit dem der Sonne zu- als auch dem ihr abgewandten Bein stridulieren. Die dargestellten Ergebnisse zeigen allerdings, daß - von offensichtlichen Ausnahmen abgesehen - die erzeugte Folge mit dem sonnenzugewandten Bein bei einzelnen Männchen oftmals in äußerst geringer Anzahl auftritt (Tab. 3). Vor allem ist auch bei der Untersuchung von 1999 der Anteil der Männchen äußerst gering, die durchgehend mit der Sonne zugewandtem Bein sangen. Die Ursache für das hier beschriebene Verhalten, die Präferenz der überwiegenden Nutzung des sonnenabgewandten Beines, konnte im Rahmen dieser Arbeiten allerdings noch nicht geklärt werden.

Diskussion der Farbvariabilität von *Stethophyma grossum*

Die Abbildung 5 zeigt einen Ausschnitt der Vielgestaltigkeit der Farbausprägungen von *Stethophyma grossum*. Die durchgeführten Freilandbeobachtungen rechtfertigen auch die vorgenommene Einteilung in drei Farbvariationen. Die Einteilung deckt die Variationsbreite ab, ist jedoch nicht so fein gewählt, daß es gravierende Abgrenzungsschwierigkeiten gibt. Es stellt sich allerdings noch die Frage nach der Ursache dieser Variabilität.

SÖRENS (1992) sieht in einer Farbausprägung eine mögliche Anpassung an die besiedelten Habitate. Eine rötliche Zeichnung könnte eine Adaptation an Pflanzenbestände sein, die schon im Sommer eine rötlich-braune Färbung annehmen. Die in der vorliegenden Arbeit festgestellte gebietsspezifische Dominanz einzelner Variationen bekräftigt eine evtl. morphologische Anpassung an - auch kleinräumige - Vegetationsfärbungen. Eine Selektion von Tieren mit einer unangepaßten Farbausprägung an die vorherrschende Farbe des Pflanzenbestandes, könnte eine Erklärung für die Dominanz bestimmter Farbaberrationen liefern. Dies würde auch die ausschließliche Farbvarianz der Weibchen erklären können, ebenfalls beobachtet von FROSCH und KRAUSE (1997 mündl. Mitt. FROSCH). Insbesondere legereife Weibchen sind in ihrer Fortbewegung und ihrem Fluchtvermögen eingeschränkt, im Gegensatz zu den agilen Männchen. Die Feststellung des Vorherrschens der 2. und 3. Farbvariation im Seeried relativiert allerdings die Vermutung einer Korrelation von Vegetationsfärbung und der Farbausprägung. Die Wirtschaftswiesen des Seeriedes wiesen selbst Ende September/Anfang Oktober noch eine (satt-)grüne Ausprägung auf.

Darüber hinaus kann zudem der Einfluß bestimmter abiotischer Faktoren oder der Nahrung nicht ganz ausgeschlossen werden. ZIMMERMANN (1997, mündl. Mitt.) beobachtete vor allem im Herbst häufig farbveränderte Exemplare von *Barbitistes serricauda*. Eine Korrelation von bestimmten Standortfaktoren, eine Beeinflussung schon während des Eistadiums oder unterschiedliche Schlupfzeitpunkte stellen mögliche verantwortliche Ursachen dar. *S. grossum* besitzt zwar ein breites Spektrum verschiedener Nahrungspflanzen, SÖRENS (1996) erwähnt jedoch Präferenzen bestimmter Pflanzenarten. Je nach Bevorzugung und der damit einhergehender Einlagerung unterschiedlicher Pflanzeninhaltsstoffe, könnte eine verschiedenartige Farbausprägung verursachen. Gegen diese Hypothesen spricht vor allem, daß eine Beeinflussung während des Eistadiums o.ä. auch die Entwicklung von der männlichen Tiere betrifft, genauso wie die Präferenz bestimmter Nahrungspflanzen der Imagines. Die Männchen weisen allerdings keine Farbveränderung auf. Die Adaptation der Weibchen an die vorherrschende Farbe des Pflanzenbestandes als Tarnung liegt somit nahe, bleibt z.Zt. jedoch noch ungeklärt.

Danksagung

Danken möchte ich Herrn Dr. Andreas STARK, Halle und Herrn Dr. Peter DETZEL, Stuttgart für die Anregung, Auszüge aus meiner Diplomarbeit zu veröffentlichen. Herrn Dr. Andreas STARK danke ich weiterhin für die kritische Durchsicht des Manuskriptes.

Verfasser:
Urs Rainer Lüders
Lindenstr. 22
21335 Lüneburg

Literatur

BELLMANN, H. (1993): Heuschrecken: beobachten, bestimmen. - 3. Auflage, 349 S., Augsburg.

FABER, A.. (1953): Laut- und Gebärdensprache bei Insekten (Orthoptera, Geradflügler). - Teil 1, 197 S., Stuttgart.

HARZ, K. (1953): Zur Färbung von *Mecostethus grossus*. - Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen 2(10): 79, München.

HARZ, K. (1957): Eine neue Farbaberration der Sumpfschrecke (*Mec. grossus*) - Nachrichtenblatt der bayerischen Entomologen 6: 5 - 6, München.

ILN (1996): 3. Arbeitsprogramm zur internen Projektbeschreibung. - o.S., Singen.

JACOBS, W. (1953): Verhaltensbiologische Studien an Feldheuschrecken. - 228 S., Berlin, Hamburg.

JACOBS, W. & RENNER, M., 1988: Biologie und Ökologie der Insekten. - 2. Auflage, 690 S., Stuttgart.

KRISMANN, A. & OPPERMANN, R. (1997): Förderung bedrohter Pflanzen- und Tierpopulationen - life-Projekt. - 96 S., Singen, (unveröff. 3. Zwischenbericht).

SÖRENS, A. (1992): Zur Heuschreckenfauna der Vier- und Marschlande. - 88. S, Universität Hamburg (unveröff. Dipl.-arb.).

SÖRENS, A. (1996): Zur Populationsstruktur, Mobilität und dem Eiablageverhalten der Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) und der Kurzflügligen Schwertschrecke (*Conocephalus dorsalis*). - Articulata 11(1): 37 - 48..

WENDLER, A., LORENZ, C. & HORSTKOTTE, J. (1994): Heuschrecken. - Bestimmungsschlüssel vom Deutschen Jungendbund für Naturbeobachtung (DJN) (Hrsg.). - 12. unver. Auflage, 97 S., Hamburg.